

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AE

(11)Publication number : 2001-063048

(43)Date of publication of application : 13.03.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/045
 B41J 2/055
 B41J 2/16
 H01L 41/09

(21)Application number : 11-240413

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 26.08.1999

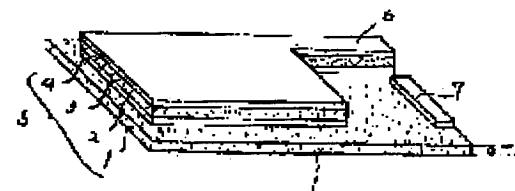
(72)Inventor : TATEYAMA TAIJI

**(54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICKTION FILM TYPE ACTUATOR AND INK JET PRINTING HEAD
USING THE SAME**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric/electrostriction film type actuator capable of obtaining large bending displacement by low voltage driving, excellent in response, having function as one electrode without exerting adverse effect on the bending displacement of the vibration plate and hardly damaging the vibration plate even in the repetition of bending displacement.

SOLUTION: The surface roughness of a ceramic vibration plate 1 having a four-point bending strength of 100 MPa or more and a breaking toughness value of 3 MPa^{1/2} or more and having at least one crystal structure having conductivity among rutile, corundum and spinel type crystal structures is set to 0.1-1.0 μm as center line average roughness Ra and an intermediate layer 2 containing 40 wt.% or more of platinum or palladium, a piezoelectric/electrostriction film 3 and an electrode film 4 are successively laminated to the surface of the vibration plate integrally to form a drive part 5 to constitute a piezoelectric/electrostriction film type actuator.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-63048

(P2001-63048A)

(43)公開日 平成13年3月13日 (2001.3.13)

(51) Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/045
2/055
2/16
H 0 1 L 41/09

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04
H 0 1 L 41/08

テマコード(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7
1 0 3 H
C
U

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全9頁)

(21)出願番号

特願平11-240413

(22)出願日

平成11年8月26日 (1999.8.26)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72)発明者 立山 泰治

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

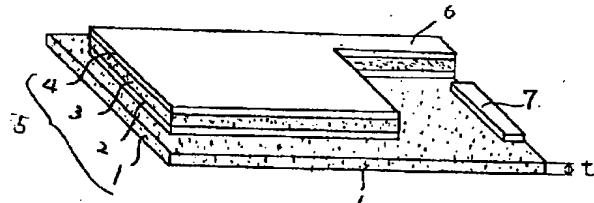
Fターム(参考) 2C057 AF03 AF55 AF93 AG39 AG42
AG44 AG52 AG55 AG93 AG94
AP02 AP14 AP22 AP24 AP57
BA03 BA14

(54)【発明の名称】 壓電／電歪膜型アクチュエータ及びこれを用いたインクジェットプリンタヘッド

(57)【要約】

【課題】低電圧駆動で大きな屈曲変位が得られるとともに、応答性に優れ、かつ振動板1の屈曲変位に悪影響を及ぼすことなく一方の電極としての機能を兼ね備え、かつ屈曲変位の繰り返しにおいても振動板1が破損し難い圧電／電歪膜型アクチュエータを提供する。

【解決手段】4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミック製振動板1上の表面粗度を中心線平均粗さ (Ra) で0.1～1.0 μmとし、この表面上に、白金又はパラジウムを40重量%以上含む中間層2、圧電／電歪膜3、及び電極膜4を順次積層一体化して駆動部5を形成して圧電／電歪膜型アクチュエータを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa m^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミック製振動板上の表面粗度を中心線平均粗さ (Ra) で0.1~1.0 μmとし、該振動板の表面上に、白金又はパラジウムを40重量%以上含有する中間層、圧電/電歪膜及び電極膜を順次積層一体化して駆動部を形成したことを特徴とする圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項2】前記セラミック製振動板を形成するセラミックスの平均結晶粒子径が0.5~5.0 μmで、かつ気孔率が10%以下であることを特徴とする請求項1に記載の圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項3】前記セラミック製振動板の厚みが3~20 μmであることを特徴とする請求項2に記載の圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項4】前記中間層を形成する白金又はパラジウム以外の成分として、チタン酸ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウムのうち少なくとも1種を含有することを特徴とする請求項1に記載の圧電/電歪膜型アクチュエータ。

【請求項5】複数の隔壁を並設し、各隔壁間をインクの流路とする流路部材と、隔壁の頂面に接合され、各流路を覆うセラミック製振動板とから成り、該振動体を、4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにより形成するとともに、前記振動板上の表面粗度を中心線平均粗さ (Ra) で0.1~1.0 μmとし、前記各流路と対向する振動板上に、白金 (Pt) 又はパラジウム (Pd) を40重量%以上含有する中間層、圧電/電歪膜、及び電極膜を順次積層一体化して駆動部をそれぞれ形成したことを特徴とするインクジェットプリンタヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導電性を有するセラミック振動板上に、導電性を持った中間層、圧電/電歪膜、及び電極膜を順次積層一体化して駆動部を形成してなる圧電/電歪膜型アクチュエータ及びこれを用いたインクジェットプリンタヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】近年、精密加工分野や光学分野において、サブミクロンオーダーでの位置制御が求められており、この位置制御に強誘電体等の圧電/電歪材料に電界を加えたときに起こる逆圧電効果や電歪効果に基づく変位あるいはその逆の現象を利用した圧電/電歪膜型アクチュエータが使用されて

おり、インクジェットプリンタヘッド、マイクロホン、振動体、発振体、各種変位センサー、ポンプ、スイッチなどに適用されている。

【0003】例えば、インクジェットプリンタヘッドにおいては、ユニモルフ型やバイモルフ型等の圧電/電歪膜型アクチュエータが使用されており、小型化、高密度化、低電圧駆動、高速応答性等の性能が要求されている。

【0004】図4に一般的な圧電/電歪膜型アクチュエータの構造を示すように、このアクチュエータはユニモルフ型と呼ばれるもので、ジルコニアセラミックスなどの絶縁性セラミックスからなる薄肉の振動板21上に、スクリーン印刷法などの膜形成手段によって下側電極膜22、圧電セラミックスからなる圧電/電歪膜23及び上側電極膜24をそれぞれ順次積層したあと焼結一体化して駆動部25を形成したもので、この圧電/電歪膜型アクチュエータは、駆動部25が振動板21上に一体的に形成されていることから、電界誘起歪みの横効果による大きな屈曲変位が得られるとともに、低電圧駆動、高速応答性の点で優れていた（特開平5-270912号公報参照）。

【0005】しかしながら、図4に示す圧電/電歪膜型アクチュエータは、下側電極膜22及び上側電極膜24へそれぞれ通電するための配線26、27を振動板21上に形成しなければならず、配線26、27が複雑になるとともに、配線数が増えることによる振動板21の剛性が高くなり、電極膜22、24に通電して圧電/電歪膜23を変形させても振動板21を所定の変位量でもって屈曲変位させることができないといった恐れがあった。

【0006】そして、この圧電/電歪膜型アクチュエータをインクジェットプリンタヘッドに用いた場合、インクが充填される流路の数だけ振動板21上に駆動部25を形成する必要があり、配線26、27の複雑化や振動板21の特性劣化といった問題は顕著であった。

【0007】そこで、このような問題点を解消すべく、本件出願人は図5に示すように、ペロブスカイト型の結晶構造を有するランタンマンガナイト系やランタンクロマイト系のセラミックスにより振動板31を形成し、この振動板31上に、白金又はパラジウムを含む中間層32、圧電/電歪膜33、及び電極膜34を順次積層一体化して駆動部35とした圧電/電歪膜型アクチュエータを提案した（特開平11-191645号公報参照）。なお、36は電極膜34へ通電するための配線であり、37は振動板31に設けられた電極取出部である。

【0008】図5に示す圧電/電歪膜型アクチュエータは、セラミック製の振動板31を電極として用いることができるため、一方の配線が不要で構造を簡略化できるとともに、圧電/電歪膜33を変形させれば振動板31を所定の変位量でもって屈曲変位させることができると

といった利点があった。

【0009】しかしながら、ペロブスカイト型の結晶構造を有するランタンマンガナイト系やランタンクロマイト系のセラミックスは、4点曲げ強度が4.9～5.9 MPa程度とそれほど高くなく、屈曲変位の繰り返しによってセラミック製振動板31が破損する恐れがあった。

【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、本件発明者は、導電性を有するセラミック製振動板として、ランタンマンガナイト系やランタンクロマイト系のセラミックスに代わる材質について種々研究を重ねたところ、ルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有する特定のセラミックスであれば、導電性を有するとともに、より大きな屈曲変位に耐え得る圧電/電歪膜型アクチュエータが得られることを見出した。

【0011】即ち、本発明の圧電/電歪膜型アクチュエータは、4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミック製振動板上の表面粗度を中心線平均粗さ(R_a)で0.1～1.0 μm とするとともに、前記表面粗度を有する振動板上に、白金又はパラジウムを40重量%以上含有する中間層、圧電/電歪膜、及び電極膜を順次積層一体化して駆動部を形成したものである。

【0012】また、本発明は、前記振動板を形成するセラミックスの平均結晶粒子径を0.5～5.0 μm 、気孔率を10%以下とするとともに、さらにはセラミック製振動板の厚みを3～20 μm としたことを特徴とする。

【0013】さらに、本発明は、前記中間層を形成する白金又はパラジウム以外の成分として、チタン酸ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウムのうち少なくとも1種を含むことを特徴とする。

【0014】また、本発明は、複数の隔壁を並設し、各隔壁間をインクの流路とする流路部材と、隔壁の頂面に接合され、各流路を覆うセラミック製振動板とから成り、該振動体を、4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにより形成するとともに、前記振動板上の表面粗度を中心線平均粗さ(R_a)で0.1～1.0 μm とし、前記各流路と対向する振動板上に、白金(Pt)又はパラジウム(Pd)を40重量%以上含有する中間層、圧電/電歪膜、及び電極膜を順次積層一体化した駆動部をそれぞれ形成してインクジェットプリンタヘッドを構成したことを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0016】図1は本発明に係る圧電/電歪膜型アクチュエータの一例を示す斜視図である。

【0017】このアクチュエータはユニモルフ型と呼ばれるもので、セラミック製振動板1の一主面に、白金(Pt)又はパラジウム(Pd)を40重量%以上含有する導電性を持った中間層2、圧電セラミックスからなる圧電/電歪膜3、及び電極膜4を順次積層し、焼結にて一体化して駆動部5を形成したもので、前記セラミック製振動板1を、4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにより形成したものである。なお、6は電極膜4に通電するための配線であり、7はセラミック製振動板1に設けられた電極取出部である。

【0018】図2は本発明に係る圧電/電歪膜型アクチュエータの他の例を示す斜視図で、このアクチュエータはバイモルフ型と呼ばれるもので、図1に示すセラミック製振動板1の他方の主面にも、白金(Pt)又はパラジウム(Pd)を40重量%以上含有する導電性を持った中間層2、圧電セラミックスからなる圧電/電歪膜3、及び電極膜4を順次積層し、焼結にて一体化して振動板1の両面に駆動部5を形成したものである。

【0019】これら図1及び図2に示す圧電/電歪膜型アクチュエータは、セラミック製振動板1上に、中間層2、圧電/電歪膜3、電極膜4を順次積層し、かつ焼結によって一体化してあることから、それぞれが強固に接合されており、低電圧駆動でありながら電界誘起歪みの横効果による大きな屈曲変位が得られるとともに、応答速度を高めることができ、かつ駆動部5の高集積化が可能である。しかも、セラミック製振動板1は導電性を有することから電極としての機能を持たせることができため、一方の配線が不要であり、圧電/電歪膜型アクチュエータの構造を簡略化できるとともに、振動板1と電極膜4に通電して圧電/電歪膜3を変形させれば、振動板1を所定の変位量でもって屈曲変位させることができる。

【0020】さらに、本発明は前述したように、セラミック製振動板1を、4点曲げ強度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにより形成したことを特徴とする。

【0021】振動板1の4点曲げ強度を100 MPa以上としたのは、100 MPaより小さくなると、大きな屈曲変位に耐えられず、また屈曲変位の繰り返しにより破損するからであり、また振動板1の破壊韌性値(K_{1c})を3 MPa^{1/2}以上としたのは、振動板1の4点曲げ強度が100 MPa以上であっても、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}未満であると、屈曲変位の繰り返しによって破壊する確率が高いからである。即ち、破壊韌性値

とは、ある強度に対するセラミックス中の許容欠陥寸法を間接的に表したものであり、破壊靭性値が高い程、許容欠陥寸法が大きく、破壊する確率が小さくなる。そして、振動板1には高周波数の繰り返し応力が付加され、即時破壊しなくとも、振動板1を形成するセラミックス中の先在欠陥である亀裂や気孔等が進展し、ある許容欠陥寸法に至った時点で破壊することになる。

【0022】その為、4点曲げ強度が100MPa以上、破壊靭性値が3MPa^{1/2}以上を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにより振動板1を形成することにより、振動板1の長寿命化と信頼性を高めることができる。

【0023】ところで、このような特性を有するルチル型の結晶構造を有するセラミックスとしてはMnO₂を

セラミック製振動板の組成	結晶構造	比抵抗値 (Ω cm)
Fe ₃ O ₄	スピネル型	4. 0 × 10 ⁻³
Ti ₂ O ₃	コランダム型	9. 1 × 10 ⁻³
MnO ₂	ルチル型	2. 2 × 10 ⁻³

【0026】また、これらルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにおいて、4点曲げ強度100MPa以上、破壊靭性値3MPa^{1/2}以上の機械的特性を得るには、結晶粒子径が0.5～5.0μmの範囲にあり、かつ気孔率が10%以下になるように制御することが必要である。

【0027】なぜなら、結晶粒子径が5μmを超えると、気孔が少なく緻密であっても、100MPa以上の4点曲げ強度が得られず、逆に結晶粒子径が0.5μm未満であると、破壊靭性値が3MPa^{1/2}未満となり、振動板1としての信頼性が低下するからであり、また、気孔率が10%を超えると、4点曲げ強度100MPa以上、破壊靭性値3MPa^{1/2}以上の機械的特性を得ることができないからである。好ましくは結晶粒子径が0.5～1μm、気孔率が5%以下の範囲にあるものが良い。

【0028】なお、これら結晶粒子径や気孔率を制御する方法としては、出発原料の粒子径を調整したり、焼成条件（特に最高温度並びに最高温度での保持時間）を調整することで制御することができる。

【0029】さらに、振動板1の厚みtは3～20μmであることが好ましい。振動板1の厚みtが3μm未満では、4点曲げ強度100MPa以上、破壊靭性値3MPa^{1/2}以上の機械的特性を有していたとしても、振動板1が薄すぎて破壊する確率が高いからであり、振動板1の厚みtが20μmを超えると、剛性が高くなりすぎて屈曲変位し難くなり、振動板1としての機能が充分に果たせなくなるからである。なお、好ましい振動板1の厚みtとしては3～10μmが良い。

【0030】一方、セラミック製振動板1上に中間層

主成分とするものを用いることができ、コランダム型の結晶構造を有するセラミックスとしてはTi₂O₃を主成分とするものを用いることができ、さらにスピネル型の結晶構造を有するセラミックスとしてはFe₃O₄を主成分とするものを用いることができる。

【0024】これらのセラミックスはいずれも表1にその比抵抗値を示すように、電極として用いるのに必要な室温（25°C）下での比抵抗値1Ω·cm以下を有するとともに、後述する中間層2や圧電／電歪膜3あるいは電極膜4の焼結時に曝される600°C以上での熱処理後においても1Ω·cm以下の比抵抗値を維持することができ、振動板1として好適である。

【0025】

【表1】

2、圧電／電歪膜3、電極膜4を積層するにあたり、振動板1上の表面粗度は中心線平均粗さ（Ra）で0.1～1.0μmとすることが必要である。

【0031】中心線平均粗さ（Ra）が0.1μmより小さないと、中間層2との物理的な接合、即ちアンカー効果が減少するために接合強度が低下して剥離する恐れがあるからであり、逆に中心線平均粗さ（Ra）が1.0μmより大きいと、振動板1上に中間層2及び圧電／電歪膜3を熱処理により焼結し、順次積層一体化する際、振動板1の表面粗さが中間層2及び圧電／電歪膜3の焼結時における収縮を妨害し、圧電／電歪膜3の緻密化が妨げられるため、所望の圧電定数等の圧電諸特性が得られず、アクチュエータとしての振動特性が大きく低下するからである。なお、好ましい表面粗度としては中心線平均粗さ（Ra）で0.5～0.9μmの範囲とすることが良い。

【0032】また、前記表面粗度を有する振動板1上には、中間層2を積層し、熱処理を加えて焼結させるのであるが、この中間層2は白金（Pt）又はパラジウム（Pd）を含むことが重要である。即ち、この後中間層2上に形成する圧電／電歪膜3には、チタン酸ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム等の圧電セラミックスが用いられるのであるが、これらの圧電セラミックスは熱処理時にその構成成分が拡散し易く、振動板1等の構成成分と反応する結果、圧電／電歪膜3の圧電諸特性を大きく劣化させるのであるが、白金（Pt）又はパラジウム（Pd）は、熱処理における圧電／電歪膜3の構成成分と振動板1の構成成分との反応を抑制する効果があるため、圧電／電歪膜3の圧電諸

特性が劣化することを有効に防止することができる。

【0033】ただし、白金 (Pt) 又はパラジウム (Pd) の含有量が 40 重量%より少なくなると、振動板 1 と圧電/電歪膜 3 の反応抑制効果が小さいため、白金 (Pt) 又はパラジウム (Pd) は 40 重量%以上含有することが必要である。

【0034】また、この中間層 2 には白金 (Pt) 又はパラジウム (Pd) 以外に、圧電/電歪膜 3 の構成成分である、チタン酸ジルコニア酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウムのうち少なくとも 1 種を含有させても良く、このような圧電/電歪膜 3 の構成成分を含有させることで、圧電/電歪膜 3 との熱膨張差を小さくし、接合強度を高めることができる。

【0035】次に、前記中間層 2 上に積層し、熱処理を加えて焼結させる圧電/電歪膜 3 としては前述したように、チタン酸ジルコニア酸鉛 (PZT 系)、マグネシウムニオブ酸鉛 (PMN 系)、ニッケルニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム等の少なくとも 1 種を主成分とする圧電セラミックスを用いることができ、好ましくはマグネシウムニオブ酸鉛とジルコニア酸鉛とチタン酸鉛を主成分とする圧電セラミックスもしくはニッケルニオブ酸鉛とマグネシウムニオブ酸鉛とジルコニア酸鉛とチタン酸鉛を主成分とする圧電セラミックスが良い。

【0036】さらに、圧電/電歪膜 3 上に積層し、熱処理にて焼結させる電極膜 4 としては、白金、金、パラジウム、ロジウム等の高融点金属や、銀、銀-白金、銀-パラジウム、白金-パラジウム等の合金を用いることができる。

【0037】なお、セラミック製振動板 1 を圧電/電歪膜 3 によって設計通り屈曲変位させるには、中間層 2 の厚みを 1~5 μm 、好ましくは 3~4 μm とすることが良い。中間層 2 の厚みが 5 μm より厚いと、圧電/電歪膜 3 の変位が中間層 2 で吸収するために振動板 1 を設計通り屈曲変位させることができず、逆に 1 μm 未満では均一な厚みを持った中間層 2 の形成が難しく、ピンホール等がある場合、圧電/電歪膜 3 の熱処理時に振動板 1 と反応し、圧電/電歪膜 3 の圧電諸特性が劣化するからである。

【0038】図 1 及び図 2 に示す圧電/電歪膜型アクチュエータを製作する方法としては、前記ルチル型、コランダム型、スピネル型等の結晶構造を有する焼結されたセラミック製振動板 1 を用意し、振動板 1 の上面又は下面に、Pt 又は Pd を含むペーストやスラリーをスクリーン印刷法やディッピング法、あるいは塗布など周知の膜形成手段により敷設し、500~1400°C の温度で熱処理を施すことにより、Pt 又は Pd を 40 重量%以上含有する中間層 2 を積層一体化したあと、この中間層 2 の上面に、圧電/電歪膜 3 を構成するチタン酸ジル

コン酸鉛 (PZT 系)、マグネシウムニオブ酸鉛 (PMN 系)、ニッケルニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム等の少なくとも 1 種を主成分とする圧電セラミックスを含むペーストやスラリーをスクリーン印刷法やディッピング法、あるいは塗布など周知の膜形成手段により敷設し、800~1500°C の温度で熱処理を施すことにより圧電/電歪膜 3 を積層一体化する。さらに圧電/電歪膜 3 の上面に電極膜 4 を構成する白金、金、パラジウム、ロジウム等の高融点金属や、銀、銀-白金、銀-パラジウム、白金-パラジウム等の合金を含むペーストやスラリーをスクリーン印刷法やディッピング法、あるいは塗布など周知の膜形成手段により敷設したあと、500~1300°C の温度で熱処理を施すことにより電極膜 4 を積層一体化すれば良い。

【0039】次に、図 1 の圧電/電歪膜型アクチュエータをインクジェットプリンタヘッド 10 に用いた例を図 3 に示す。

【0040】このインクジェットプリンタヘッド 10 は、複数の隔壁 12 を並設し、各隔壁 12 間をインクの流路 13 とする流路部材 14 と、隔壁 12 の頂面に接合され、各流路 13 を覆うセラミック製振動板 1 とから成り、振動板 1 を、4 点曲げ強度が 100 MPa 以上、破壊強度が 3 MPa $a^{1/2}$ 以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミックスにより形成するとともに、前記振動板 1 上の表面粗度を中心線平均粗さ (Ra) で 0.1~1.0 μm とし、各流路 13 に対応する振動板 1 上には、各々白金 (Pt) 又はパラジウム (Pd) を 40 重量%以上含有する導電性を持った中間層 2、圧電セラミックスからなる圧電/電歪膜 3、及び電極膜 4 より成る駆動部 5 を形成したもので、この構造によれば、セラミック製振動板 1 上に駆動部 5 を高密度に配置することができるため、流路 13 の高密度化を実現できるとともに、振動板 1 上の構造を簡略化でき、かつ各駆動部 5 の圧電/電歪膜 3 を変形させれば、振動板 1 を所定の変位量でもって屈曲変位させることができ、流路 13 内の圧力を直ちに高め、不図示のインク吐出孔より安定してインクを吐出させることができ、高速印字が可能なインクジェットプリンタヘッド 10 とすることができる。

【0041】

【実施例】(実施例 1) 純度 99.5% 以上の MnO_2 粉末に対し、アクリル酸エステル共重合体水性エマルジョンを主成分とするバインダーを添加し、ボールミルにて 20 時間混練することにより泥漿を作製したあと、テープ成形法にてグリーンシートを製作し、焼成温度を 1200~1500°C、焼成時間を 1~5 時間の間でそれぞれ焼成条件を異ならせて焼成し、4 点曲げ強度、破壊強度の異なる、 MnO_2 からなるセラミック製振動板を作製した。

【0042】しかるのち、セラミック製振動板1の表面に研磨加工を施してその表面粗度を中心線平均粗さ(R_a)で $0.5\mu\text{m}$ に仕上げたあと、その表面上に、平均粒子径が約 $1\mu\text{m}$ のP_Tを45重量%、平均粒径が約 $1\mu\text{m}$ のチタン酸ジルコニア酸鉛(PZT)を20重量%含有し、残部が有機物バインダーからなるP_Tペーストをスクリーン印刷法にて敷設したあと、 1200°C の温度で2時間熱処理を加えて焼結させ、厚さ約 $3\mu\text{m}$ の中間層を積層一体化し、次にこの中間層上に、平均粒径が約 $1\mu\text{m}$ のチタン酸ジルコニア酸鉛(PZT)を70重量%含有し、残部が有機物バインダーからなるPZTペーストをスクリーン印刷法にて敷設したあと、 1250°C の温度で2時間熱処理を加えて焼結させ、厚さ約 $14\mu\text{m}$ の圧電/電歪膜を積層一体化し、さらにこの圧電/電歪膜上に、A_uペーストをスクリーン印刷法にて敷設したあと、 850°C の温度で15分間熱処理を加えて焼結させ、厚さ約 $0.8\mu\text{m}$ の電極膜を積層一体化することにより圧電/電歪膜型アクチュエータを作製した。

【0043】そして、これらの圧電/電歪膜型アクチュエータを駆動させ、振動板の破損の有無を確認した。

【0044】なお、セラミック製振動板の曲げ強度及び破壊靭性値は、同じ方法にて用意したセラミック体を、JIS R1601に準拠して4点曲げ強度を、JIS R1607に準拠して破壊靭性値をそれぞれ測定した。

【0045】また、セラミック製振動板を形成するセラミックスの平均結晶粒子径は、表面及び断面の拡大写真を撮影し、写真上に任意の線を引いて、この線の長さを、線上にある粒子の数で割った値を平均粒子径とした。セラミック製振動板の厚みはマイクロメーターにて測定した。セラミック製振動板の破損の有無は、実体顕微鏡あるいは走査電子顕微鏡により、振動板の表面にクラックや損傷がないかを確認した。

【0046】各々の結果は表2に示す通りである。

【0047】

【表2】

No.	セラミック製振動板の特性								破壊の有無
	振動板の材質	結晶構造	原料粒径 μm	結晶粒径 μm	気孔率%	強度MPa	K _{IC} MPa $\text{m}^{1/2}$	振動板厚 μm	
1	M ₀ O ₂	R	1~2	2~3	8	120	3.1	9	○
2			0.5~2	0.5~3	6	110	3.2	9	○
3			1~2	2~5	5	130	3.5	10	○
4			1~2	2~5	5	130	3.5	15	○
5			1~2	2~5	8	105	3.0	8	○
6			1~2	2~5	6	110	3.2	9	○
7			1~2	6~10	6	70	2.6	8	×
8			5~10	7~12	5	80	3.2	8	×
9			1~2	2~5	13	60	2.8	8	×
10			1~2	2~5	5	130	3.5	4	×
11			1~2	1~2	8	120	3.1	23	駆動小

結晶構造のRは斜方型を示す。

7~11は本発明範囲外である。

【0048】この結果、試料No.1~6に見られるように、4点曲げ硬度が 100 MPa 以上、破壊靭性値が $3\text{ MPa m}^{1/2}$ 以上を有するM₀O₂からなるセラミック製振動板は、高い機械的強度を有することから、アクチュエータを駆動させても振動板に破損は見られなかつた。また、試料No.1~6のセラミック製振動板の特性を見ると、M₀O₂の平均結晶粒子径が $0.5\sim 5\mu\text{m}$ の範囲にあり、気孔率も10%以下の範囲にあり、セラミック製振動板の厚みが $20\mu\text{m}$ 以下でも問題なく使用可能であった。

【0049】(実施例2) 次に、実施例1のセラミック

製振動板1の材質を、コランダム型の結晶構造を有するT_{i₂}O₃からなるセラミックスと、スピネル型の結晶構造を有するF_{e₃}O₄からなるセラミックスに変更して実験を行つた。なお、いずれも出発原料も、純度99.5%以上のT_{i₂}O₃粉末及びF_{e₃}O₄粉末を用いた。

【0050】それぞれの結果は表3, 4に示す通りである。

【0051】

【表3】

No.	セラミック製振動板の特性							破壊の 無有
	振動板の材質	結晶構造	原料粒径 μm	結晶粒径 μm	気孔率 %	強度 MPa	K _{IC} MPam ^{1/2}	
21	Ti ₂ O ₃	C	1~2	2~3	8	120	3.1	9
22			0.5~2	1~3	6	110	3.2	9
23			1~2	2~5	5	130	3.5	10
24			1~2	2~5	5	130	3.5	16
25			1~2	2~5	7	105	3.0	8
26			1~2	2~5	6	110	3.2	8
27			1~2	6~10	6	70	2.6	8
28			5~10	7~12	5	80	3.2	8
29			1~2	2~5	12	60	2.8	8
30			1~2	2~5	5	130	3.5	4
31			1~2	1~2	8	120	3.1	22 駆動小

結晶構造のCはコランダム型を示す。

27~31は本発明範囲外である。

【0052】

No.	セラミック製振動板の特性							破壊の 無有
	振動板の材質	結晶構造	原料粒径 μm	結晶粒径 μm	気孔率 %	強度 MPa	K _{IC} MPam ^{1/2}	
41	Fe ₃ O ₄	S	1~2	1~3	8	120	3.1	9
42			0.5~2	0.5~3	6	110	3.2	8
43			1~2	2~5	5	130	3.5	9
44			1~2	2~5	5	130	3.5	16
45			1~2	2~5	8	105	3.0	8
46			1~2	2~5	6	110	3.2	8
47			1~2	6~10	6	70	2.6	8
48			5~10	7~12	5	80	3.2	8
49			1~2	2~5	13	60	2.8	8
50			1~2	2~5	5	130	3.5	4
51			1~2	1~2	8	120	3.1	24 駆動小

結晶構造のSは α 型を示す。

47~51は本発明範囲外である。

【0053】これらの結果、実施例1と同様に、Ti₂O₃ 及び Fe₃O₄

試料No.21~26及び試料No.41~46に見られるように、4点曲げ硬度が100 MPa以上、破壊韌性値が3 MPa^{1/2}以上を有する Ti₂O₃ 及び Fe₃O₄ からなるセラミック製振動板は、いずれも高い機械的強度を有することから、アクチュエータを駆動させても振動板に破損は見られなかった。また、試料No.21~26及び試料No.41~46のセラミック製振動板の特性を見ると、Ti₂O₃ 及び Fe₃O₄ の平均結晶粒子径が0.5~5 μmの範囲にあり、気孔率も10%以下の範囲にあり、セラミック製振動板の厚みが20 μm以下でも問題なく使用可能であった。

【0054】(実施例3) 次に、表2の試料No.6に示す MoO₃ からなるセラミック製振動板の表面粗度を異ならせて圧電/電歪膜型アクチュエータを製作し、駆動部を形成する中間層の剥離の有無と、駆動部を形成す

る圧電/電歪膜の特性劣化について調べる実験を行った。

【0055】なお、圧電/電歪膜の特性劣化の有無については、基準試料として、圧電/電歪膜を形成するチタン酸ジルコン酸鉛を主成分とする圧電セラミックスを別途用意し、基準試料と各試料の比誘電率及び組成を調べ、その劣化具合から判断した。ただし、比誘電率の測定には、インピーダンスアナライザを用いた。

【0056】それぞれの結果は表5に示す通りである。

【0057】

【表5】

No.	振動板の表面粗さ(R_a) μm	中間層の有無	比誘電率	その他
1	0.1	有り	2900	
2	0.6	有り	2880	
3	1.0	有り	2840	
* 4	0.05	有り	測定不可	剥離有
* 5	1.2	有り	1150	
* 6	5.0	有り	920	
	—	—	3200	基準試料

*は本発明範囲外である。

【0058】この結果、セラミック製振動板の表面粗度が中心線平均粗さ(R_a)で $0.1 \mu m$ 未満である試料No. 4では、中間層との接合界面で剥離が発生していた。また、セラミック製振動板の表面粗度が中心線平均粗さ(R_a)で $1.0 \mu m$ を超える試料No. 5, 6では、圧電/電歪膜の緻密化が不十分であり、比誘電率が基準試料より大きく劣化した。

【0059】これに対し、セラミック製振動板の表面粗度が中心線平均粗さ(R_a)で $0.1 \sim 1.0 \mu m$ の範囲にある試料No. 1~3では、中間層との接合界面に剥離がなく、強固に接合されており、しかも圧電/電歪膜は充分に緻密化され、基準試料に近い比誘電率を有していた。

【0060】この結果、セラミック製振動板の表面粗度は、中心線平均粗さ(R_a)で $0.1 \sim 1.0 \mu m$ とすれば良いことが判る。

【0061】(実施例4) 次に、表5の試料No. 2に示す中間層中のP t含有量を異ならせた圧電/電歪膜型アクチュエータを製作し、駆動部を形成する圧電/電歪膜の特性劣化について調べる実験を行った。

【0062】なお、圧電/電歪膜の特性劣化の有無については、実施例3と同様に基準試料として、圧電/電歪膜を形成するチタン酸ジルコン酸鉛を主成分とする圧電セラミックスを別途用意し、基準試料と各試料の比誘電率及び組成を調べ、その劣化具合から判断した。ただし、圧電/電歪膜の組成の同定には、EPMA(エレクトロン・プローブ・アナライザ: X線波長分散型顕微鏡)を用い、中間層中におけるP t含有量の測定は、電子分光分析にて行った。

【0063】それぞれの結果は表6に示す通りである。

【0064】

【表6】

No.	中間層		圧電/電歪膜 検出元素 (PZT側)	比誘電率
	Pt含有量 重量%	PZT含有量 重量%		
1	6.9	2	Pb,Ti,Zr	2860
2	6.0	9	Pb,Ti,Zr	2890
3	4.9	21	Pb,Ti,Zr	2520
4	4.2	30	Pb,Ti,Zr	2250
* 5	3.6	34	Pb,Ti,Zr, Mo	1050
* 6	4.2	0	Pb,Ti,Zr	800

*は本発明範囲外である。

【0065】この結果、Pt含有量が4.0重量%以上であれば、圧電/電歪膜の組成に影響が見られず、また基準試料の比誘電率に近い2000以上の比誘電率を有していた。

【0066】この結果、中間層中のPt含有量は4.0重量%以上とすれば良いことが判る。

【0067】

【発明の効果】以上のように、本発明の圧電/電歪膜型アクチュエータによれば、4点曲げ強度が100MPa以上、破壊靭性値が3MPa^{1/2}以上で、かつ導電性を有するルチル型、コランダム型、スピネル型のいずれか一種の結晶構造を有するセラミック製振動板上の表面粗度を中心線平均粗さ(R_a)で $0.1 \sim 1.0 \mu m$ とするとともに、前記表面粗度を有する振動板上に、白金又はパラジウムを4.0重量%以上含有する中間層、圧電/電歪膜、及び電極膜を順次積層一体化して駆動部を形成したことから、低電圧駆動でありながら電界誘起歪みの横効果による大きな屈曲変位が得られるとともに、応答性に優れ、かつ振動板上への駆動部の高集積化が可能である。しかも、振動板の屈曲変位に悪影響を及ぼすことなく一方の電極への配線が不要であるため、構造を簡略化できる。

【0068】そのため、本発明の圧電/電歪膜型アクチュエータをインクジェットプリンタヘッドに用いれば、簡単な構造で高速印字が可能なインクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧電/電歪膜型アクチュエータの一例を示す斜視図である。

【図2】本発明に係る圧電/電歪膜型アクチュエータの他の例を示す斜視図である。

【図3】図1の圧電/電歪膜型アクチュエータをインクジェットプリンタヘッドに用いた例を示す概略斜視図である。

【図4】従来の圧電/電歪膜型アクチュエータを示す斜視図である。

【図5】本件出願人が先に提案した圧電/電歪膜型アクチュエータを示す斜視図である。

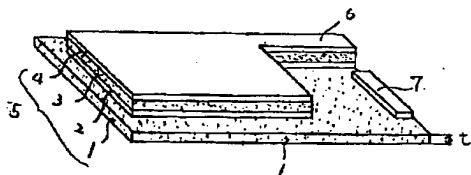
【符号の説明】

1, 21, 31: セラミック製振動板 2, 32: 中間

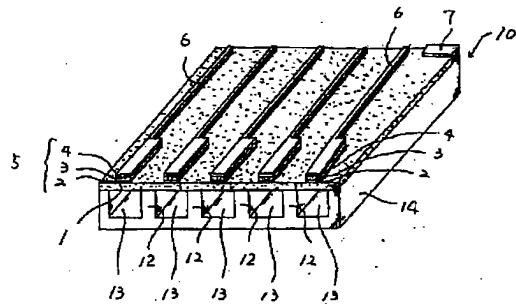
層

3, 23, 33: 壓電／電歪膜 4, 34: 電極膜
5, 25, 35: 駆動部 6, 26, 27, 36: 配線
7, 37: 電極取出部 10: インクジェットプリンタ

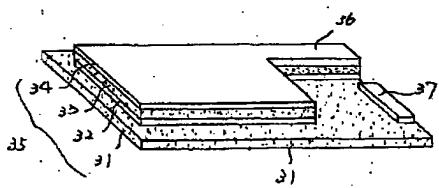
【図1】



【図3】



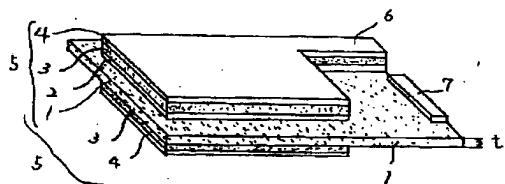
【図5】



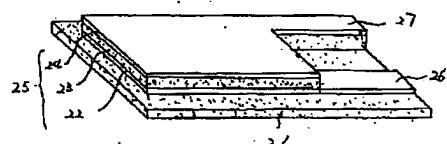
ヘッド

1 1 : 流路部材 1 2 : 隔壁 1 3 : 流路 2 2 : 下側電極膜
2 4 : 上側電極膜

[図2]



【図4】



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] 100 or more MPas and a fracture toughness value by 1/2 or more 3MPam(s) [four-point flexural strength] And surface roughness on the diaphragm made from a ceramic which has the rutile type which has conductivity, a corundum type, and any one sort of spinel type crystal structures is set to 0.1-1.0 micrometers by (Ra) in center line average coarseness. The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator characterized by having carried out the laminating unification of the interlayer, the piezo-electricity / electrostriction film, and electrode layer which contain platinum or palladium 40% of the weight or more one by one, and forming a mechanical component on the front face of this diaphragm.

[Claim 2] The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to claim 1 characterized by for the average crystal particle diameter of the ceramics which form the aforementioned diaphragm made from a ceramic being 0.5-5.0 micrometers, and porosity being 10% or less.

[Claim 3] The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to claim 2 characterized by the thickness of the aforementioned diaphragm made from a ceramic being 3-20 micrometers.

[Claim 4] The piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator according to claim 1 characterized by containing at least one sort in titanic-acid lead zirconate, magnesium niobic-acid lead, nickel niobic-acid lead, antimony stannic-acid lead, a lead titanate, and a barium titanate as components other than the platinum which forms the aforementioned interlayer, or palladium.

[Claim 5] While forming with the rutile type characterized by providing the following, a corundum type, and the ceramics which have any one sort of spinel type crystal structures Surface roughness on the aforementioned diaphragm is set to 0.1-1.0 micrometers by (Ra) in center line average coarseness. The ink jet printer head characterized by having carried out the laminating unification of the interlayer who contains platinum (Pt) or palladium (Pd) 40% of the weight or more, piezo-electricity / electrostriction film, and the electrode layer one by one, and forming a mechanical component on each aforementioned passage and the diaphragm which counters, respectively. the passage which installs two or more septa and makes between each septum the passage of ink -- a member It is joined to the top face of a septum and each passage is consisted of the diaphragm made from a wrap ceramic, four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is this oscillating object 3 MPas One half It is above and is conductivity.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention carries out the laminating unification of the interlayer who had conductivity on the ceramic diaphragm which has conductivity, piezo-electricity / electrostriction film, and the electrode layer one by one, and relates to the ink jet printer head using the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator, and this which come to form a mechanical component.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the position control in submicron order is called for, the piezo-electricity / the electrostriction membrane-type actuator using the variation rate based on the inverse piezoelectric effect and the electrostrictive effect which happen when electric field add to this position control at piezo-electricity / electrostriction material, such as a ferroelectric, or its reverse phenomenon is used, and it is applied in a precision processing field or an optical field to an ink jet printer head, a microphone, an oscillating object, an oscillation object, various displacement sensors, a pump, a switch, etc.

[0003] For example, in the ink jet printer head, piezo-electricity / electrostriction membrane type actuators, such as a uni-morph type and a bimorph type, are used, and performances, such as a miniaturization, densification, a low-battery drive, and high-speed responsibility, are demanded.

[0004] This actuator is what is called uni-morph type so that the structure of common piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator to drawing 4 may be shown. On the diaphragm 21 of the thin meat which consists of insulating ceramics, such as zirconia ceramics It is what carried out sintering unification and formed the mechanical component 25 after carrying out the laminating of the bottom electrode layer 22, the piezo-electricity / electrostriction film 23 which consists of electrostrictive ceramics, and the top electrode layer 24 one by one by film means forming, such as screen printing, respectively. This piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator were excellent in respect of a low-battery drive and high-speed responsibility while the big crookedness displacement by the transversal effect which is electric-field induction distortion was obtained, since the mechanical component 25 was formed in one on the diaphragm 21 (refer to JP,5-270912,A).

[0005] However, the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator shown in drawing 4 While the wiring 26 and 27 for energizing to the bottom electrode layer 22 and the top electrode layer 24, respectively must be formed on a diaphragm 21 and wiring 26 and 27 becomes complicated The rigidity of the diaphragm 21 by the number of wiring increasing became high, even if it energizes to electrode layers 22 and 24 and made piezo-electricity / electrostriction film 23 transform, it had a diaphragm 21 in the predetermined amount of displacement, and there was a possibility that an incurvation variation rate could not be carried out.

[0006] And when this piezo-electricity / electrostriction membrane type bitter taste tutor were used for an ink jet printer head, only the number of the passage where it fills up with ink needed to form the mechanical component 25 on the diaphragm 21, and problems, such as complication of wiring 26 and 27 and property degradation of a diaphragm 21, were remarkable.

[0007] Then, that such a trouble should be canceled, as shown in drawing 5 , this applicant formed the diaphragm 31 with the ceramics of the lanthanum comics night system which has the perovskite type crystal structure, or a lanthanum-chromite system, and proposed the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator which carried out the laminating unification of the interlayer 32 who contains platinum or palladium on this diaphragm 31, the piezo-electricity / electrostriction film 33, and the electrode layer 34 one by one, and was made into the mechanical component 35 (refer to JP,11-191645,A). In addition, 36 is wiring for energizing to an electrode layer 34, and 37 is the electrode extraction section prepared in the diaphragm 31.

[0008] Since the diaphragm 31 made from a ceramic was used as an electrode, while one wiring was unnecessary and could simplify structure, when making the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator shown in drawing 5 transform piezo-electricity / electrostriction film 33, it had a diaphragm 31 in the predetermined amount of displacement, and it had the advantage that an incurvation variation rate could be carried out.

[0009] however, the ceramics of the lanthanum comics night system which has the perovskite type crystal structure, or a lanthanum-chromite system -- four-point flexural strength -- about 49-59 MPas -- so much -- not high -- incurvation -- there was a possibility that the diaphragm 31 made from a ceramic might be damaged by the repeat of a variation rate

[0010]

[Means for Solving the Problem] then -- if these artificers are specific ceramics which have a rutile type, a corundum type, and any one sort of spinel type crystal structures when research is variously repeated as a diaphragm made from a ceramic which has conductivity about the quality of the material replaced with the ceramics of a lanthanum comics night system or a lanthanum-chromite system, while they have conductivity -- bigger incurvation -- piezo-electric/which can bear a variation rate It found out that an electrostriction membrane type actuator was obtained.

[0011] Namely, piezo-electricity [of this invention]/An electrostriction membrane type actuator Four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is one half 3 MPas. Above And while setting to 0.1-1.0 micrometers surface roughness on the diaphragm made from a ceramic which has the rutile type which has conductivity, a corundum type, and any one sort of spinel type crystal structures by (Ra) in center line average coarseness On the diaphragm which has the aforementioned surface roughness, the laminating unification of the interlayer who contains platinum or palladium 40% of the weight or more, piezo-electricity / electrostriction film, and the electrode layer is carried out one by one, and a mechanical component is formed.

[0012] Moreover, while this invention's making to 0.5-5.0 micrometers the average crystal particle diameter of the ceramics which form the aforementioned diaphragm and making ***** into 10% or less, it is characterized by setting thickness of the diaphragm made from a ceramic to 3-20 micrometers further.

[0013] Furthermore, this invention is characterized by including at least one sort in titanic-acid lead zirconate, magnesium niobic-acid lead, nickel niobic-acid lead, antimony stannic-acid lead, a lead titanate, and a barium titanate as components other than the platinum which forms the aforementioned interlayer, or palladium.

[0014] Moreover, the passage member which this invention installs two or more septa, and makes between each septum the passage of ink, It is joined to the top face of a septum and each passage is consisted of the diaphragm made from a wrap ceramic, four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is this oscillating object 3 MPams One half Above And while forming with the rutile type which has conductivity, a corundum type, and the ceramics which have any one sort of spinel type crystal structures Surface roughness on the aforementioned diaphragm is set to 0.1-1.0 micrometers by (Ra) in center line average coarseness. It is characterized by having formed the mechanical component which carried out the laminating unification of the interlayer who contains platinum (Pt) or palladium (Pd) 40% of the weight or more, piezo-electricity / electrostriction film, and the electrode layer one by one on each aforementioned passage and the diaphragm which counters, respectively, and constituting an ink jet printer head.

[0015]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation form of this invention is explained.

[0016] Drawing 1 is the perspective diagram showing an example of the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator concerning this invention.

[0017] This actuator is what is called uni-morph type. to one principal plane of the diaphragm 1 made from a ceramic It is what carried out the laminating of the interlayer 2 with the conductivity which contains platinum (Pt) or palladium (Pd) 40% of the weight or more, the piezo-electricity / electrostriction film 3 which consists of electrostrictive ceramics, and the electrode layer 4 one by one, unified by sintering, and formed the mechanical component 5. It forms with the rutile type which four-point flexural strength is 100 or more MPas, and fracture toughness values are 1/2 or more 3MPa(s) about the aforementioned diaphragm 1 made from a ceramic, and has conductivity, a corundum type, and the ceramics which have any one sort of spinel type crystal structures. In addition, 6 is wiring for energizing to an electrode layer 4, and 7 is the electrode extraction section prepared in the diaphragm 1 made from a ceramic.

[0018] Drawing 2 is the perspective diagram showing other examples of the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator concerning this invention. This actuator also to the principal plane of another side of the diaphragm 1 made from a ceramic which it is called a bimorph type and shown in drawing 1 The laminating of the interlayer 2 with the conductivity which contains platinum (Pt) or palladium (Pd) 40% of the weight or more, the piezo-electricity / electrostriction film 3 which consists of electrostrictive ceramics, and the electrode layer 4 is carried out one by one, it unifies by sintering, and a mechanical component 5 is formed in both sides of a diaphragm 1.

[0019] Since the laminating of an interlayer 2, the piezo-electricity / electrostriction film 3, and the electrode layer 4 is carried out one by one and it has unified by sintering on the diaphragm 1 made from a ceramic, though it is a low-battery drive, while each is joined firmly, and the big crookedness displacement by the transversal effect which is

electric-field induction distortion is obtained, the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator shown in these drawing 1 and drawing 2 can raise a speed of response, and high integration of a mechanical component 5 is possible for it. And if the diaphragm 1 made from a ceramic is energized to a diaphragm 1 and an electrode layer 4 and is made to transform piezo-electricity / electrostriction film 3 while one wiring is unnecessary and can simplify the structure of piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator, since it has conductivity and the function as an electrode can be given, it can have and carry out the crookedness variation rate of the diaphragm 1 in the predetermined amount of displacement.

[0020] Furthermore, for this invention, as mentioned above, four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is the diaphragm 1 made from a ceramic 3 MPas One half It is characterized by forming with the rutile type which has the above, a corundum type, and the ceramics which have any one sort of spinel type crystal structures.

[0021] Having set four-point flexural strength of a diaphragm 1 to 100 or more MPas It is because it damages by the repeat of a variation rate. if it becomes smaller than 100MPa(s) -- big crookedness -- a variation rate is borne -- not having -- moreover, crookedness -- moreover, the fracture toughness value (K1c) of a diaphragm 1 -- 3MPam(s) 1/2 even if the four-point flexural strength of a diaphragm 1 of having considered as the above is 100 or more MPas -- a fracture toughness value -- 3MPam(s) 1/2 it is the following -- crookedness -- it is because the probability destroyed by the repeat of a variation rate is high That is, a fracture toughness value expresses indirectly the permissible defective size in the ceramics to a certain intensity, a permissible defective size is so large that a fracture toughness value is high, and the probability to destroy becomes small. And even if the repeated stress of high frequency was added to the diaphragm 1 and it did not destroy instantly, when a crack, pore, etc. which are point ***** in the ceramics which form a diaphragm 1 progress and it results in a certain permissible defective size, it will destroy.

[0022] For the reason, four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is one half 3 MPas. The reinforcement and reliability of a diaphragm 1 can be raised by forming a diaphragm 1 with the rutile type which has the above, a corundum type, and the ceramics which have any one sort of spinel type crystal structures.

[0023] By the way, as ceramics which have the rutile type crystal structure which has such a property, it is MoO_2 . As ceramics which can use what is made into a principal component and have the corundum type crystal structure, it is Ti_2O_3 . What is made into a principal component can be used and what makes Fe_3O_4 a principal component as ceramics which have the crystal structure of further a spinel type can be used.

[0024] After heat-treating above 600 degrees C **(ed) at the time of sintering of the interlayer 2, and the piezo-electricity / electrostriction film 3 mentioned later, or an electrode layer 4, each of these ceramics can maintain the resistivity of 1 or less ohm-cm, and is suitable as a diaphragm 1, while they has 1 or less ohm-cm of resistivity under a room temperature (25 degrees C) required to use as an electrode, as the resistivity is shown in Table 1.

[0025]

[Table 1]

セラミック製振動板の組成	結晶構造	比抵抗値 ($\Omega \text{ cm}$)
Fe_3O_4	スピネル型	4.0×10^{-3}
Ti_2O_3	コランダム型	9.1×10^{-3}
MoO_2	ルート型	2.2×10^{-3}

[0026] Moreover, it sets to these rutiles type, a corundum type, and the ceramics that have any one sort of spinel type crystal structures, and they are 100 or more MPas of four-point flexural strength, and fracture toughness value 3MPa 1/2. In order to acquire the above mechanical property, it is required to control so that it is in the range whose crystal particle diameter is 0.5-5.0 micrometers and porosity becomes 10% or less.

[0027] Because, if a crystal particle diameter exceeds 5 micrometers, even if pore is precise few If the four-point flexural strength of 100 or more MPas is not obtained but a crystal particle diameter is less than 0.5 micrometers conversely A fracture toughness value is one half 3 MPams. When it is because it becomes the following and the reliability as a diaphragm 1 falls and porosity exceeds 10%, they are 100 or more MPas of four-point flexural strength, and fracture toughness value 3MPa 1/2. It is because the above mechanical property cannot be acquired. What a crystal particle diameter has in 0.5-1 micrometer, and has porosity in 5% or less of range preferably is good.

[0028] In addition, as a method of controlling these crystal particle diameter and porosity, the particle diameter of a start raw material can be adjusted, or it can control by adjusting baking conditions (especially holding time in a maximum temperature and a maximum temperature).

[0029] Furthermore, as for thickness t of a diaphragm 1, it is desirable that it is 3-20 micrometers. Thickness t of a diaphragm 1 is 100 or more MPas of four-point flexural strength, and fracture toughness value 3MPam 1/2 at less

than 3 micrometers. It elapses, and it is because the probability [that a diaphragm 1 is thin though it has the above mechanical property] to destroy is high, and is because rigidity becomes high too much, and it is hard coming to carry out crookedness displacement and it becomes impossible to fully achieve the function as a diaphragm 1, when thickness t of a diaphragm 1 exceeds 20 micrometers. In addition, as thickness [of the desirable diaphragm 1] t , 3-10 micrometers is good.

[0030] On the other hand, the surface roughness on a diaphragm 1 needs to be referred to as 0.1-1.0 micrometers by (Ra) in center line average coarseness in carrying out the laminating of an interlayer 2, the piezo-electricity / electrostriction film 3, and the electrode layer 4 on the diaphragm 1 made from a ceramic.

[0031] When (Ra) is smaller than 0.1 micrometers in center line average coarseness, physical junction with an interlayer 2, Namely, if it is because there is a possibility that a bonding strength may fall and exfoliate in order that an anchor effect may decrease and (Ra) is conversely larger than 1.0 micrometers in center line average coarseness Since the surface roughness of a diaphragm 1 blocks the contraction at the time of sintering of an interlayer 2, and the piezo-electricity / electrostriction film 3 and precise-ization of piezo-electricity / electrostriction film 3 is barred, in case an interlayer 2, and the piezo-electricity / electrostriction film 3 are sintered with heat treatment on a diaphragm 1 and laminating unification is carried out one by one, It is because piezo-electric many properties, such as a desired piezoelectric constant, are not acquired but the oscillation characteristic as an actuator falls greatly. In addition, it is good to consider as the range of 0.5-0.9 micrometers by (Ra) in center line average coarseness as desirable surface roughness.

[0032] Moreover, although the laminating of the interlayer 2 is carried out and heat treatment is made to add and sinter on the diaphragm 1 which has the aforementioned surface roughness, it is important for this interlayer 2 that platinum (Pt) or palladium (Pd) is included. Namely, although electrostrictive ceramics, such as titanic-acid lead zirconate, magnesium niobic-acid lead, nickel niobic-acid lead, antimony stannic-acid lead, a lead titanate, and a barium titanate, is used for the piezo-electricity / electrostriction film 3 formed on an interlayer 2 after this Although the piezo-electric many properties of piezo-electricity / electrostriction film 3 are greatly degraded as a result of the constituent's tending to diffuse such electrostrictive ceramics at the time of heat treatment and reacting with the constituent of diaphragm 1 grade Since platinum (Pt) or palladium (Pd) has the effect which suppresses the reaction of the constituent of piezo-electricity / electrostriction film 3 and the constituent of a diaphragm 1 at the time of heat treatment, it can prevent effectively that the piezo-electric many properties of piezo-electricity / electrostriction film 3 deteriorate.

[0033] However, if the content of platinum (Pt) or palladium (Pd) becomes less than 40 % of the weight, since the reaction depressor effect of a diaphragm 1, and the piezo-electricity / electrostriction film 3 is small, platinum (Pt) or palladium (Pd) needs to contain 40% of the weight or more.

[0034] Moreover, by making at least one sort in the titanic-acid lead zirconate which is the constituent of piezo-electricity / electrostriction film 3, magnesium niobic-acid lead, nickel niobic-acid lead, antimony stannic-acid lead, a lead titanate, and a barium titanate contain, and making the constituent of such a piezo-electricity / an electrostriction film 3 contain in addition to platinum (Pt) or palladium (Pd), a differential thermal expansion with piezo-electricity / electrostriction film 3 can be made small, and a bonding strength can be raised to this interlayer 2.

[0035] Next, as a laminating is carried out on the aforementioned interlayer 2 and mentioned above as the piezo-electricity / an electrostriction film 3 which makes heat treatment add and sinter Titan-acid lead zirconate (PZT system), magnesium niobic-acid lead (PMN system), The electrostrictive ceramics which makes a principal component at least one sort, such as nickel niobic-acid lead, antimony stannic-acid lead, a lead titanate, and a barium titanate, can be used. The electrostrictive ceramics which makes a principal component the electrostrictive ceramics or nickel niobic-acid lead which makes a principal component preferably magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate, magnesium niobic-acid lead, lead zirconate, and a lead titanate is good.

[0036] Furthermore, a laminating can be carried out on piezo-electricity / electrostriction film 3, and alloys, such as refractory metals, such as platinum, gold, palladium, and a rhodium, and silver and silver-platinum, silver-palladium, platinum-palladium, can be used as an electrode layer 4 made to sinter with heat treatment.

[0037] In addition, in order to carry out the incurvation variation rate of the diaphragm 1 made from a ceramic with piezo-electricity / electrostriction film 3 as a design, it is good to set preferably 1-5 micrometers of an interlayer's 2 thickness to 3-4 micrometers. When an interlayer's 2 thickness is thicker than 5 micrometers, conversely, since the variation rate of piezo-electricity / electrostriction film 3 is absorbed by the interlayer 2, the incurvation variation rate of the diaphragm 1 cannot be carried out as a design, and formation of the interlayer 2 who had uniform thickness in less than 1 micrometer is difficult, and when there is a pinhole etc., it is because it reacts with a diaphragm 1 at the time of heat treatment of piezo-electricity / electrostriction film 3 and the piezo-electric many properties of piezo-electricity / electrostriction film 3 deteriorate

[0038] As a method of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator shown in

drawing 1 and drawing 2 The sintered diaphragm 1 made from a ceramic which has the crystal structure of a described [above] rutile type, a corundum type, a spinel type, etc. is prepared. By the film means forming of common knowledge, such as screen printing, a dipping method, or an application, laying the paste and slurry containing Pt or Pd to the upper surface or the vertical side of a diaphragm 1, and heat-treating at the temperature of 500-1400 degrees C to it After carrying out the laminating unification of the interlayer 2 who contains Pt or Pd 40% of the weight or more, The titanic-acid lead zirconate which constitutes piezo-electricity / electrostriction film 3 on this interlayer's 2 upper surface (PZT system), Magnesium niobic-acid lead (PMN system), nickel niobic-acid lead, antimony stannic-acid lead, The paste and slurry containing the electrostrictive ceramics which makes a principal component at least one sort, such as a lead titanate and a barium titanate, screen printing and a dipping method, Or the film means forming of common knowledge, such as an application, lays, and the laminating unification of piezo-electricity / the electrostriction film 3 is carried out by heat-treating at the temperature of 800-1500 degrees C. What is necessary is just to carry out the laminating unification of the electrode layer 4 by heat-treating at the temperature of 500-1300 degrees C, after the film means forming of common knowledge, such as screen printing, a dipping method, or an application, lays the paste and slurry containing alloys, such as refractory metals, such as platinum which furthermore constitutes an electrode layer 4 on the upper surface of piezo-electricity / electrostriction film 3, gold, palladium, and a rhodium, and silver and silver-platinum, silver-palladium, platinum-palladium.

[0039] Next, the example which used the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator of drawing 1 for the ink jet printer head 10 is shown in drawing 3 .

[0040] the passage which this ink jet printer head 10 installs two or more septa 12, and makes between each septum 12 the passage 13 of ink -- with a member 14 It is joined to the top face of a septum 12, and each passage 13 is consisted of the diaphragm 1 made from a wrap ceramic, four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is a diaphragm 1 3 MPas One half Above And while forming with the rutile type which has conductivity, a corundum type, and the ceramics which have any one sort of spinel type crystal structures The surface roughness on the aforementioned diaphragm 1 by (Ra) in center line average coarseness it is referred to as 1.0 micrometers and on 0.1 - the diaphragm 1 corresponding to each passage 13 It is the thing in which the mechanical component 5 which consists of the interlayer 2 with the conductivity which contains platinum (Pt) or palladium (Pd) 40% of the weight or more respectively, the piezo-electricity / electrostriction film 3 which consists of electrostrictive ceramics, and an electrode layer 4 was formed. Since a mechanical component 5 can be arranged with high density on the diaphragm 1 made from a ceramic, while the densification of passage 13 is realizable according to this structure If the structure on a diaphragm 1 can be simplified and the piezo-electricity / electrostriction film 3 of each mechanical component 5 are made to transform, since the incursion variation rate of the diaphragm 1 can be had and carried out in the predetermined amount of displacement, The pressure in passage 13 is heightened immediately, it can be stabilized from a non-illustrated ink discharge opening, ink can be made to be able to breathe out, and it can consider as the ink jet printer head 10 printable high-speed.

[0041]

[Example] (Example 1) MoO₂ of 99.5% or more of purity After producing a slurry by adding the binder which makes an acrylic-ester copolymer water emulsion a principal component to powder, and kneading with a ball mill for 20 hours, MoO₂ from which a green sheet is manufactured by the tape-forming method, and 1200-1500 degrees C is changed in burning temperature, 1 - 5 hours changes baking conditions, respectively in a firing time, it calcinates, and four-point flexural strength and fracture toughness differ from -- the becoming diaphragm made from a ceramic was manufactured

[0042] After giving polish processing to the front face of the diaphragm 1 made from a ceramic and making 0.5 micrometers to the surface roughness by (Ra) in center line average coarseness the appropriate back, After laying Pt paste with which the titanic-acid lead zirconate (PZT) 45 % of the weight and whose mean particle diameter are about 1 micrometer about Pt whose mean particle diameter is about 1 micrometer is contained 20% of the weight, and the remainder consists of an organic substance binder on the front face with screen printing, Add heat treatment for 2 hours, make it sinter at the temperature of 1200 degrees C, and the laminating unification of the interlayer with a thickness of about 3 micrometers is carried out. Next, after laying the PZT paste with which the titanic-acid lead zirconate (PZT) whose mean particle diameter is about 1 micrometer is contained 70% of the weight, and the remainder consists of an organic substance binder on this interlayer with screen printing, After adding heat treatment for 2 hours, making it sinter at the temperature of 1250 degrees C, carrying out the laminating unification of the piezo-electricity / the electrostriction film with a thickness of about 14 micrometers and laying Au paste with screen printing on this piezo-electricity / electrostriction film further, Heat treatment was made to add and sinter for 15 minutes at the temperature of 850 degrees C, and piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator was produced by carrying out the laminating unification of the electrode layer with a thickness of about 0.8 micrometers.

[0043] And these piezo-electricity / electrostriction membrane type actuators were made to drive, and the existence of breakage of a diaphragm was checked.

[0044] In addition, the flexural strength and the fracture toughness value of the diaphragm made from a ceramic are JIS about the ceramic object prepared by the same method. It is based on R1601 and is JIS about four-point flexural strength. Based on R1607, the fracture toughness value was measured, respectively.

[0045] Moreover, the average crystal particle diameter of the ceramics which form the diaphragm made from a ceramic took the enlargement of a front face and a cross section, drew arbitrary lines on the photograph and made the value which divided the length of this line by the number of the particles on a line the mean particle diameter. The thickness of the diaphragm made from a ceramic was measured with a micrometer. The existence of breakage of the diaphragm made from a ceramic checked whether there would be neither a crack nor damage on the surface of a diaphragm with the stereoscopic microscope or the scanning electron microscope.

[0046] Each result is as being shown in Table 2.

[0047]

[Table 2]

No.	セラミック製振動板の特性								破壊の有無
	振動板の材質	結晶構造	原料粒径 μm	結晶粒径 μm	気孔率 %	強度 MPa	Klc MPa m ^{1/2}	振動板厚 μm	
1	MoO ₂	R	1~2	2~3	8	120	3.1	9	○
2			0.5~2	0.5~3	6	110	3.2	9	○
3			1~2	2~5	5	130	3.5	10	○
4			1~2	2~5	5	130	3.5	15	○
5			1~2	2~5	8	105	3.0	8	○
6			1~2	2~5	6	110	3.2	9	○
7			1~2	6~10	6	70	2.6	8	×
8			5~10	7~12	5	80	3.2	8	×
9			1~2	2~5	13	60	2.8	8	×
10			1~2	2~5	5	130	3.5	4	×
11			1~2	1~2	8	120	3.1	23	駆動小

結晶構造のRは斜方型を示す。

7~11は本発明範囲外である。

[0048] sample No.1-6 [consequently,] it sees -- as -- a four-point bending degree of hardness -- 100 or more MPas and a fracture toughness value -- 3MPam(s) 1/2 MoO₂ which has the above from -- since the becoming diaphragm made from a ceramic had a high mechanical strength, breakage was not looked at by the diaphragm even if it made the actuator drive. Moreover, sample No.1-6 It is MoO₂ when the property of the diaphragm made from a ceramic is seen. The average crystal particle diameter was in the range which is 0.5~5 micrometers, porosity also had it in 10% or less of range, and the thickness of the diaphragm made from a ceramic was [at least 20 micrometers or less are satisfactory, and] usable.

[0049] (Example 2) next, Ti₂O₃ which has the corundum type crystal structure for the quality of the material of the diaphragm 1 made from a ceramic of an example 1 from -- the becoming ceramics and Fe₃O₄ which has the spinel type crystal structure from -- it experimented by changing into the becoming ceramics. In addition, a all and start raw material is also Ti₂O₃ of 99.5% or more of purity. Powder and Fe₃O₄ Powder was used.

[0050] Each result is as being shown in Tables 3 and 4.

[0051]

[Table 3]

セラミック製振動板の特性								破壊の無有	
No.	振動板の材質	結晶構造	原料粒径 μm	結晶粒径 μm	気孔率%	強度MPa	$K_{Ic}\text{ MPam}^{1/2}$		
21	Ti ₂ O ₃	C	1~2	2~3	8	120	3.1	9	○
22			0.5~2	1~3	6	110	3.2	9	○
23			1~2	2~5	5	130	3.5	10	○
24			1~2	2~5	5	130	3.5	16	○
25			1~2	2~5	7	105	3.0	8	○
26			1~2	2~5	6	110	3.2	8	○
27			1~2	6~10	6	70	2.6	8	×
28			5~10	7~12	5	80	3.2	8	×
29			1~2	2~5	12	60	2.8	8	×
30			1~2	2~5	5	130	3.5	4	×
31			1~2	1~2	8	120	3.1	22	駆動小

結晶構造のCはコランダム型を示す。

27~31は本発明範囲外である。

[0052]

[Table 4]

セラミック製振動板の特性								破壊の無有	
No.	振動板の材質	結晶構造	原料粒径 μm	結晶粒径 μm	気孔率%	強度MPa	$K_{Ic}\text{ MPam}^{1/2}$		
41	Fe ₃ O ₄	S	1~2	1~3	8	120	3.1	9	○
42			0.5~2	0.5~3	6	110	3.2	8	○
43			1~2	2~5	5	130	3.5	9	○
44			1~2	2~5	5	130	3.5	16	○
45			1~2	2~5	8	105	3.0	8	○
46			1~2	2~5	6	110	3.2	8	○
47			1~2	6~10	6	70	2.6	8	×
48			5~10	7~12	5	80	3.2	8	×
49			1~2	2~5	13	60	2.8	8	×
50			1~2	2~5	5	130	3.5	4	×
51			1~2	1~2	8	120	3.1	24	駆動小

結晶構造のSはスピンドル型を示す。

47~51は本発明範囲外である。

[0053] It is Ti₂O₃ like an example 1 these results. And as seen in Fe₃O₄ sample No.21~26 and sample No.41~46. A four-point bending degree of hardness is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is one half 3 MPams. Ti₂O₃ which has the above And since each diaphragm made from a ceramic which consists of Fe₃O₄ had a high mechanical strength, breakage was not looked at by the diaphragm even if it made the actuator drive. Moreover, when the property of the diaphragm made from a ceramic of sample No.21~26 and sample No.41~46 is seen, it is Ti₂O₃. And Fe₃O₄ The average crystal particle diameter was in the range which is 0.5~5 micrometers, porosity also had it in 10% or less of range, and the thickness of the diaphragm made from a ceramic was [at least 20 micrometers or less are satisfactory, and] usable.

[0054] (Example 3) next, MoO₂ shown in sample No.6 of Table 2 from -- the surface roughness of the becoming diaphragm made from a ceramic was changed, piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator was manufactured, and the experiment investigated about property degradation of the existence of exfoliation of the interlayer who forms a mechanical component, and the piezo-electricity / electrostriction film which forms a mechanical component was conducted

[0055] In addition, about the existence of property degradation of piezo-electricity / electrostriction film, the electrostrictive ceramics which makes a principal component the titanic-acid lead zirconate which forms piezo-electricity / electrostriction film as an authentic sample was prepared separately, the specific inductive capacity of an authentic sample and each sample and composition were investigated, and it judged from the degradation condition. However, the impedance analyzer was used for measurement of specific inductive capacity.

[0056] Each result is as being shown in Table 5.

[0057]

[Table 5]

No.	振動板の表面粗さ (Ra) μ m	中間層の有無	比誘電率	その他
1	0.1	有り	2900	
2	0.6	有り	2880	
3	1.0	有り	2840	
* 4	0.05	有り	測定不可	剥離有
* 5	1.2	有り	1150	
* 6	5.0	有り	920	
	—	—	3200	基準試料

*は本発明範囲外である。

[0058] Consequently, exfoliation had occurred in the junction interface with an interlayer sample No.4 whose surface roughness of the diaphragm made from a ceramic is less than 0.1 micrometers in (Ra) in center line average coarseness. moreover, sample No. to which the surface roughness of the diaphragm made from a ceramic exceeds 1.0 micrometers by (Ra) in center line average coarseness -- as for precise-izing of piezo-electricity / electrostriction film, 5 and 6 are insufficient, and specific inductive capacity deteriorated in them more greatly than an authentic sample

[0059] On the other hand, in sample No.1-3 which have the surface roughness of the diaphragm made from a ceramic in the range of 0.1-1.0 micrometers by (Ra) in center line average coarseness, there is no exfoliation in a junction interface with an interlayer, and it was joined firmly, and moreover, piezo-electricity / electrostriction film fully turned precisely, and had the specific inductive capacity near an authentic sample.

[0060] Consequently, the surface roughness of the diaphragm made from a ceramic is understood [0.1-1.0 micrometers, then] are good by (Ra) in center line average coarseness.

[0061] (Example 4) Next, the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator which changed Pt content in the interlayer who shows sample No.2 of Table 5 were manufactured, and the experiment investigated about property degradation of the piezo-electricity / electrostriction film which forms a mechanical component was conducted.

[0062] In addition, like the example 3, as an authentic sample, the electrostrictive ceramics which makes a principal component the titanic-acid lead zirconate which forms piezo-electricity / electrostriction film was prepared separately, the specific inductive capacity of an authentic sample and each sample and composition were investigated, and it judged from the degradation condition about the existence of property degradation of piezo-electricity / electrostriction film. However, EPMA (electron probe analyzer : X-ray wavelength-dispersion type microscope) was used for identification of composition of piezo-electricity / electrostriction film, and measurement of Pt content in an interlayer was performed to it by electron-spectroscopy analysis.

[0063] Each result is as being shown in Table 6.

[0064]

[Table 6]

No.	中間層		圧電／電歪膜 検出元素 (PZT側)	比誘電率
	Pt含有量 重量%	PZT含有量 重量%		
1	6.9	2	Pb,Ti,Zr	2860
2	6.0	9	Pb,Ti,Zr	2890
3	4.9	21	Pb,Ti,Zr	2520
4	4.2	30	Pb,Ti,Zr	2250
* 5	3.6	34	Pb,Ti,Zr, Mo	1050
* 6	4.2	0	Pb,Ti,Zr	800

*は本発明範囲外である。

[0065] Consequently, when Pt content was 40 % of the weight or more, influence was not looked at by composition of piezo-electricity / electrostriction film, and it had 2000 or more specific inductive capacity near the specific inductive capacity of an authentic sample.

[0066] Consequently, Pt content in an interlayer is understood [40 % of the weight or more, then] are good.

[0067]

[Effect of the Invention] As mentioned above, piezo-electricity [of this invention]/According to the electrostriction membrane type actuator, four-point flexural strength is 100 or more MPas, and a fracture toughness value is one half 3 MPas. Above And while setting to 0.1-1.0 micrometers surface roughness on the diaphragm made from a ceramic which has the rutile type which has conductivity, a corundum type, and any one sort of spinel type crystal

structures by (Ra) in center line average coarseness The interlayer who contains platinum or palladium 40% of the weight or more on the diaphragm which has the aforementioned surface roughness, While the big crookedness displacement by the transversal effect which is electric-field induction distortion is obtained though it is a low-battery drive since the laminating unification of piezo-electricity / electrostriction film, and the electrode layer was carried out one by one and the mechanical component was formed, it excels in responsibility and high integration of the mechanical component to a diaphragm top is possible. And without having a bad influence on crookedness displacement of a diaphragm, since wiring to one electrode is unnecessary, structure can be simplified. [0068] Therefore, if the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator of this invention are used for an ink jet printer head, an ink jet printer head printable high-speed can be offered with easy structure.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective diagram showing an example of the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator concerning this invention.

[Drawing 2] It is the perspective diagram showing other examples of the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator concerning this invention.

[Drawing 3] It is the outline perspective diagram showing the example which used the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator of drawing 1 for the ink jet printer head.

[Drawing 4] It is the perspective diagram showing the conventional piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator.

[Drawing 5] It is the perspective diagram showing the piezo-electricity / electrostriction membrane type actuator which this applicant proposed previously.

[Description of Notations]

1, 21, 31: Diaphragm made from a ceramic 2 32: Interlayer

3, 23, 33: Piezo-electricity / electrostriction film 4 34: Electrode layer

5, 25, 35: Mechanical component 6, 26, 27, 36: Wiring

7 37: Electrode extraction section 10: Ink jet printer head

11: passage -- member 12: -- septum 13: -- passage 22: bottom electrode layer

24: Top electrode layer

[Translation done.]